

LAPORAN TUGAS PRARANCANGAN PABRIK
PRARANCANGAN PABRIK DIMETIL ETER
DARI METANOL
KAPASITAS 36.000 TON/TAHUN



Oleh :
SISKAWATI DYAH SULISTYA UTAMI
D 500 050 001

Dosen Pembimbing :
Dr. Ir. H. Ahmad M. Fuadi, M.T.
Hamid Abdillah S.T.

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA
2010



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan industri bahan-bahan kimia belakangan ini semakin marak. Masyarakat modern sekarang cenderung lebih memilih produk industri yang sederhana, mudah dalam penggunaan, handal, dan tidak berbahaya (aman dan tidak mengganggu kesehatan dalam pemakaiannya). Sejalan dengan tuntutan masyarakat tersebut, industri-industri bahan kimia terus mengembangkan produk yang diminati masyarakat.

Dalam kehidupan sehari-hari kita tidak lepas dari penggunaan bahan-bahan kimia jenis semprot atau *spray*. Parfum yang kita pakai, obat pembasmi nyamuk, *foam* (sabun cukur kumis bagi pria), pengharum ruangan, tidak terlepas dari bahan pendorong (*aerosol propellant*) yang ada dalam produk tersebut. Di China dan Jepang, sebagian produk dimetil eter digunakan sebagai campuran (*blended*) dengan LPG untuk bahan bakar rumah tangga (Pertamina, 2008).

Bahan kimia yang dipakai sebagai bahan pendorong dalam dasawarsa sebelum 1990-an adalah propana dan LPG. Karena sifat kimianya yang tidak berbau dan mudah menguap ini, maka dalam industri parfum dimetil eter atau metil eter paling banyak dipakai sebagai gas pendorong. Selain dipakai sebagai gas pendorong, dimetil eter juga dipakai sebagai *refrigerant* pengganti CFC dan sebagai solven.

Di Indonesia, dimetil eter masih diimpor dari negara Jepang, China, Taiwan dan sebagian Eropa untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri. Karena kegunaan dimetil eter tersebut, maka sudah saatnya pabrik dimetil eter diperlukan di dalam negeri. Selain pangsa pasarnya dekat, bahan baku dan bahan pembantunya dapat diperoleh di negeri sendiri, sehingga ketergantungan produk impor lebih dapat dikurangi.



1.2. Kapasitas Rancangan

Pemilihan kapasitas dimetil eter ini terdapat beberapa pertimbangan yang perlu dilakukan yaitu:

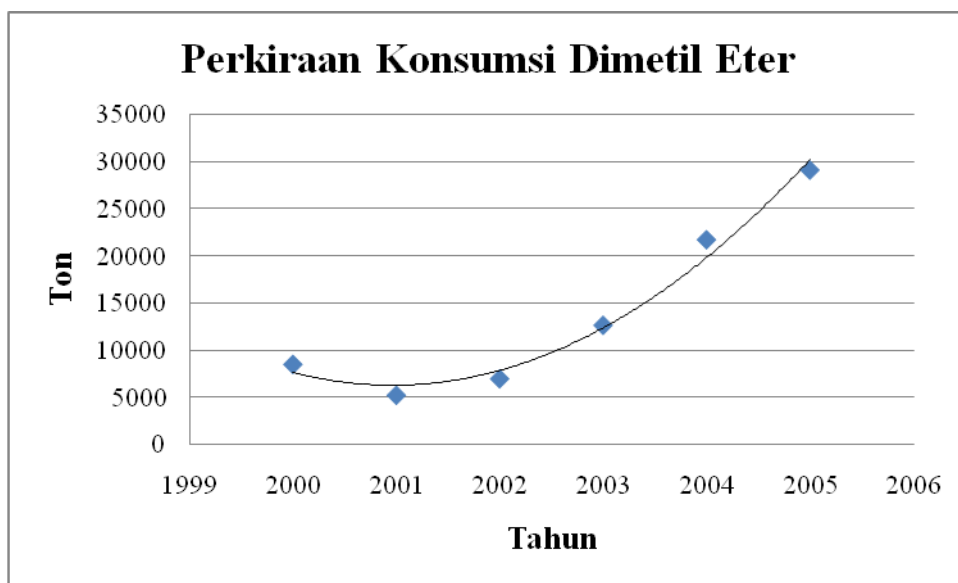
1. Proyeksi kebutuhan dimetil eter dari tahun ke tahun di Indonesia
2. Ketersediaan bahan baku
3. Kapasitas minimal pabrik yang telah memproduksi

Kebutuhan dimetil eter di Indonesia terus meningkat pada tahun-tahun yang akan datang. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1:

Tabel 1. Impor Dimetil eter di Indonesia

Tahun	Jumlah (Ton)
2000	8.518
2001	5.243
2002	6.995
2003	12.674
2004	21.755
2005	29.154

Sumber: Biro Pusat Statistik Data Impor (2000-2005)



Gambar 1. Grafik Data Impor Dimetil Eter



Dari Gambar 1, akan diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$y = 1,4765x^2 - 5909x + 6E06 \dots \dots \dots (1)$$

Pendirian pabrik direncanakan pada tahun 2014 dengan kapasitas 88.247,394 ton/tahun.

Tabel 2. Kapasitas Produksi Dimetil Eter Dunia

Unit	Kapasitas (Ton per tahun)
Shell/RWE (Germany)	60.000
Hamburg DME Co, Germany	10.000
Arkosue Co, Holland	10.000
DuPont, West Virginia	15.000
Australia (<i>various</i>)	10.000
Taiwan (<i>various</i>)	15.000
Japan (<i>various</i>)	10.000
China (<i>various</i>)	13.000
	110.000

(Ogawa, 2003)

1.3. Pemilihan Lokasi

Ketepatan pemilihan lokasi sangat menentukan kelangsungan dan perkembangan pabrik di masa datang. Ada beberapa kriteria yang harus dipertimbangkan dalam menentukan lokasi pabrik agar pabrik yang kita rancang bisa mendatangkan keuntungan besar. Adapun kriteria tersebut adalah penyediaan bahan baku, pemasaran produk, fasilitas transportasi, utilitas dan tenaga kerja.

Dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut maka lokasi pabrik dimetil eter dipilih di daerah Bontang, Kalimantan Timur dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Penyediaan Bahan Baku

Untuk menekan biaya penyediaan bahan baku metanol, maka pabrik dimetil eter didirikan di dekat penghasil utama bahan baku (metanol),



yaitu dari PT. Kaltim Metanol Industri (Bontang) dengan kapasitas 660.000 ton/tahun.

2. Pemasaran Produk

Daerah Bontang adalah daerah industri kimia yang besar dan terus berkembang dengan pesat, hal ini menjadikan Bontang sebagai tempat pemasaran yang baik bagi dimetil eter. Sampai saat ini pabrik yang menggunakan dimetil eter sebagian besar masih di Jawa, tetapi pemasaran dimetil eter dari Bontang ke Jawa tidaklah sulit karena tersedia sarana transportasi laut yang cukup memadai.

3. Transportasi

Sarana transportasi darat dan laut sudah tidak menjadi masalah, karena di Bontang fasilitas jalan raya dan pelabuhan laut sudah memadai.

4. Utilitas

Pengadaan air diambil dari sungai Kinjau, Bontang. Bahan bakar dan listrik dapat dengan mudah terpenuhi karena Bontang merupakan kawasan industri.

5. Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja dapat terpenuhi dari daerah sekitar lokasi pabrik ataupun didatangkan dari Jawa.

6. Faktor Penunjang Lain

Bontang merupakan daerah kawasan industri yang telah ditetapkan oleh pemerintah, sehingga faktor-faktor seperti iklim, karakter tempat atau lingkungan, kebijaksanaan pemerintah, sarana komunikasi bukanlah merupakan suatu kendala karena semua telah dipertimbangkan pada penempatan kawasan tersebut sebagai kawasan industri.

Dengan pertimbangan di atas maka dapat disimpulkan bahwa kawasan Bontang layak untuk dijadikan lokasi pabrik dimetil eter di Indonesia.



1.4. Tinjauan Pustaka

1.4.1. Macam-macam Proses Pembuatan Dimetil Eter

Secara umum sintesis senyawa eter dilakukan dengan dehidrasi senyawa golongan alkohol. Ada dua macam metode sintesis dimetil eter yang dipakai di industri, yaitu:

a. Dehidrasi metanol dengan katalis asam sulfat

Prosesnya adalah metanol cair diuapkan kemudian dilewatkan pada reaktor yang telah terisi katalisator H_2SO_4 pada suhu $125-140^\circ\text{C}$ dan tekanan 2 atm. Campuran produk keluar reaktor yang terdiri dari dimetil eter, air dan metanol dilewatkan ke *scrubber*, campuran produk keluar reaktor yang terdiri dari dimetil eter, metanol dan air kemudian dimurnikan dengan proses distilasi.

Reaksi:



Keuntungan:

- Suhu dan tekanan operasi reaktor relatif rendah.

Kerugian:

- Peralatan yang digunakan lebih banyak.
- Menggunakan asam sulfat yang bersifat korosif sehingga diperlukan peralatan dengan bahan konstruksi yang tahan terhadap korosi yang harganya lebih mahal.
- Konversinya rendah, yaitu: 45%.

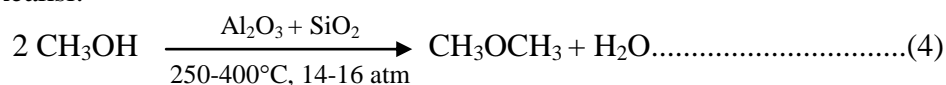
(Ogawa, 2003)

b. Dehidrasi metanol secara *direct contact* dengan katalis alumina

Proses kontak langsung (*direct contact*) antara metanol dengan katalis alumina (Al_2O_3) disebut juga dengan metode *Sendereus*. Reaksi dilakukan pada suhu $250-400^\circ\text{C}$ dalam fase *vapour* atau gas. Dengan demikian secara teoritis gas metanol dikontakkan secara langsung dengan katalis Al_2O_3 (padat) dalam *fixed bed reactor* pada suhu tinggi.



Reaksi:



Selanjutnya dimetil eter yang terbentuk dipurifikasi lagi dengan distilasi, yaitu untuk memisahkan dimetil eter dengan pengotor lain (H_2O dan metanol) yang masih tersisa dalam reaksi.

Keuntungan:

- Prosesnya sederhana, peralatan yang dipergunakan sedikit.
- Biaya investasi untuk peralatan yang dipergunakan sedikit.
- Konversinya tinggi, yaitu $>75\%$.

Kerugian:

- Suhu operator tinggi.

(Ogawa, 2003)

1.4.2. Kegunaan Produk

Kegunaan utama dimetil eter, yaitu sebagai gas pendorong (*propellant*), solven, *extraction agen*, *refrigerant*. Penggunaan dimetil eter sebagai gas pendorong (*propellant*) lebih banyak dibandingkan sebagai *refrigerant*. (Grant, 1987)

1.4.3. Sifat Fisik dan Kimia

a. Bahan baku (metanol)

Metanol (*methyl alcohol*) dengan rumus molekul CH_3OH adalah zat kimia yang tidak berwarna, berbentuk cair pada suhu kamar, mudah menguap dan sedikit berbau ringan. Metanol merupakan zat kimia yang toksin (beracun) dan menyebabkan efek berbahaya bila dihirup atau tertelan. Secara sintesis metanol dibuat dari hidrogen dan karbon dioksida.

Sifat fisik metanol:

Titik beku	: $-97,8^\circ\text{C}$
Titik didih (pada 760 mmHg)	: $64,7^\circ\text{C}$
Densitas (pada 760 mmHg)	: $0,782 \text{ g/mL}$



Pendahuluan

Indeks bias, pada 20°C	: 1,3287
Viskositas, pada 30°C	: 0,5142 cP
Suhu kritis	: 240°C
Tekanan kritis:	: 78,5 atm
Panas spesifik, <i>liquid</i> (pada suhu 25-30°C)	: 0,605-0,609 kal/g
Panas spesifik uap (pada suhu 100-200°C)	: 12,2-14,04 kal/g.mol
Panas penguapan (pada suhu 64,7°C)	: 8430 kal/mol
Flash point, °C	: 16:11 (wadah terbuka: wadah tertutup)
Kelarutan dalam air	: <i>miscible</i>

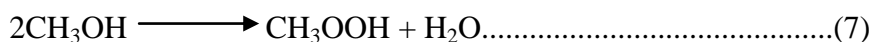
(Othmer, 1998)

Sifat kimia metanol:

1. Reaksi dehidrogenasi dan oksidasi dehidrogenasi metanol menjadi formaldehid dengan katalisator Ag

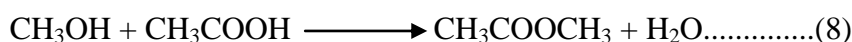


2. Reaksi karboksilat metanol menjadi asam asetat dengan katalisator *cobalt* atau *rhodium*

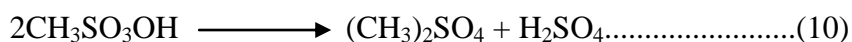


3. Reaksi esterifikasi

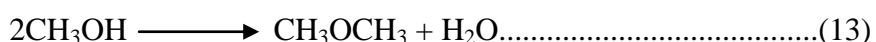
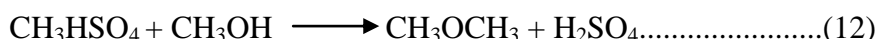
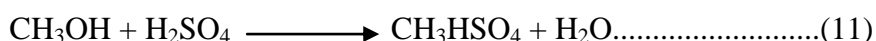
- Dengan asam organik



- Dengan asam anorganik



4. Reaksi pembentukan dimetil eter dengan katalisator asam sulfat atau silika alumina



(Mc. Ketta, 1990)



b. Produk (dimetil eter)

Dimetil eter adalah suatu senyawa eter paling sederhana dengan rumus molekul CH_3OCH_3 . Pada awalnya senyawa ini dihasilkan sebagai salah satu hasil samping dari suatu proses pembuatan metanol yang bertekanan tinggi. Dimetil eter dibuat secara sintesis dengan proses dehidrasi metanol dengan katalisator asam sulfat atau silika alumina.

Sifat fisik dimetil eter:

Rumus molekul	: CH_3OCH_3
Berat molekul	: 56,069 kg/kmol
Titik beku	: $-138,5^\circ\text{C}$
Titik didih (pada 760 mmHg)	: $-24,7^\circ\text{C}$
Densitas (pada 20°C)	: 677 kg/mL
Indeks bias, pada $(-42,5^\circ\text{C})$: 1,3441
Spesifik gravity cairan	: 0,661 (pada 20°C)
Flash point (pada wadah tertutup)	: -42°F
Panas pembakaran	: 347,6 kkal/mol
Panas spesifik (pada $-27,68^\circ\text{C}$)	: 0,5351 kkal/mol
Panas pembentukan (gas)	: -44,3 kal/g
Panas laten (gas), (pada $-24,68^\circ\text{C}$)	: 111,64 kal/g
Kelarutan dalam air (pada 1 atm)	: 34% berat
Kelarutan air dalam DME (1 atm)	: 7% berat
Fase, 25°C , 1 atm	: gas
Suhu kritis	: 400 K
Tekanan kritis	: 53,7 bar abs

(Othmer, 1998)

Sifat kimia dimetil eter:

1. Dimetil eter bereaksi dengan karbon monoksida dan air menjadi asam dengan katalisator Col.

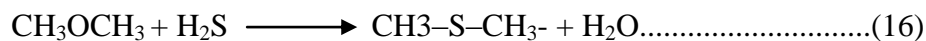


2. Bereaksi dengan sulfur trioksida membentuk dimetil eter

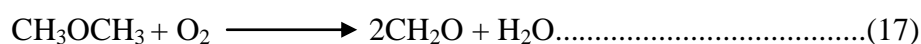




3. Dengan hidrogen sulfit dengan bantuan katalisator tungsten sulfit (WS_2) membentuk dimetil sulfit



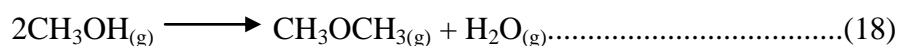
4. Dengan reaksi oksidasi dimetil eter akan menghasilkan formaldehid



(Mc. Ketta, 1990)

1.4.4. Tinjauan Proses secara Umum

Proses sintesis dimetil eter dilakukan dengan proses dehidrasi metanol yang merupakan proses penghilangan air dari suatu senyawa. Proses dehidrasi ini pada umumnya dilakukan pada alkohol untuk membentuk eter. Pembentukan dimetil eter dengan metode dehidrasi metanol dilakukan dengan reaksi berkatalis alumina (Al_2O_3) dan silika (SiO_2) yang disusun dalam reaktor *fixed bed* dengan suhu 250-400°C dan tekanan 14-16 atm merupakan reaksi yang tidak menghasilkan reaksi samping dan berlangsung sesuai reaksi:



(Turton, 2003)